



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

DISSERTAÇÃO

**ECOFISIOLOGIA DE DUAS ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA
OCORRENTES EM INSELBERGS**

ELIANE CECÍLIA DE MEDEIROS

**Areia
2019**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**ECOFISIOLOGIA DE DUAS ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA
OCORRENTES EM INSELBERGS**

Eliane Cecília de Medeiros

Sob a orientação do Professor
Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque

Dissertação submetida como requisito para
obtenção do grau de Mestre em Agronomia, no
Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

**Areia
2019**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

M488e Medeiros, Eliane Cecilia de.

Ecofisiologia de duas espécies lenhosas da caatinga
ocorrentes em inselbergs / Eliane Cecilia de Medeiros.
- Areia, 2019.
42f. : il.

Orientação: Manoel Bandeira de Albuquerque.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Ecofisiologia. 2. C. flexuosa. 3. L. auriculata. 4.
Inselberg. I. Albuquerque, Manoel Bandeira de. II.
Título.

UFPB/CCA-AREIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

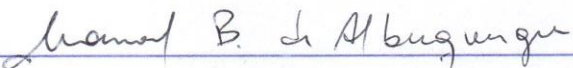
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: ECOFISIOLOGIA DE DUAS ESPÉCIES LENHOSAS DA CAATINGA
OCORRENTES EM INSELBERGS**

AUTOR: Eliane Cecília de Medeiros

Aprovada como parte das exigências
para obtenção do título de MESTRE
em AGRONOMIA pela comissão
examinadora.

Areia/PB, 27 de Fevereiro de 2019.



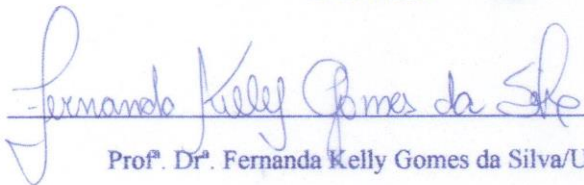
Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque/CCA - UFPB

Orientador



Prof. Dr. Thiago Jardelino Dias/CCHSA - UFPB

Examinador



Prof. Dr. Fernanda Kelly Gomes da Silva/UEPB

Examinadora

Aos meus pais, Francisco das Chagas de Medeiros e Maria do Socorro Silva de Medeiros
Ofereço

*À minha família, que sempre me apoiou em todos os momentos, sem eles não
teria conseguido chegar até aqui.*
*Ao meu esposo e amigo Givaldo Farias do Nascimento Júnior por todo apoio,
amor e compreensão.*
*Ao meu filho Héric Gabriel de Medeiros, um anjo que Deus colocou em minha
vida que me faz a cada dia mais ser melhor.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, fazendo seguir em frente com determinação e coragem para conclusão de mais uma etapa da minha vida, dando-me proteção em todos os momentos.

Ao meu orientador Manoel Bandeira de Albuquerque, pela oportunidade de ter me recebido em fazer parte do Laboratório de Ecologia Vegetal, pelos conhecimentos científicos e profissionais, que muito contribuíram para a minha formação acadêmica, a quem tenho profunda gratidão. Meus sinceros agradecimentos.

Ao meu companheiro Givaldo Farias do Nascimento Júnior e ao meu sobrinho Elyson de Medeiros Félix por todas as vezes que me ajudaram com a pesquisa em campo, subindo a serra da Rajada carregando os equipamentos.

Ao meu irmão José Adenilson de Medeiros, por ter contribuído com a identificação do local e das espécies trabalhadas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba professores e funcionários.

Ao professor Walter Esfrain e ao colega Toshik por ter contribuído nas realizações das análises estatísticas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

As colegas do Laboratório de Ecologia Vegetal, em especial as doutorandas Magnólia, Ana Jéssica e ao mestrando Romário.

A minha amiga Ana Gabriela, pela amizade e apoio durante o curso do mestrado.

Ao professor Dr. Jose Domingos Ribeiro Neto (Zezinho) pela paciência de orientar o estágio de docência e ajudar a entender as estatísticas.

Aos funcionários e estagiários do Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV).

A Vilma pela amizade e por sempre me incentivar.

Enfim a todos que de uma forma ou de outra contribuíram para que conquistasse mais esta vitória.

Muito obrigada!

Eliane Cecília de Medeiros. **Ecofisiologia de duas espécies lenhosas da Caatinga ocorrentes em inselbergs**. 2019. 42f. Dissertação em Agronomia. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba. Orientador: Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque.

Resumo

No Brasil, há escassez de dados específicos sobre a biogeografia, florística e principalmente fisiologia das plantas de inselbergs principalmente no Nordeste. Objetivou-se neste trabalho avaliar a influência da sazonalidade na fisiologia da *Luetzelburgia auriculata* e *Capparis flexuosa* ocorrentes em inselbergs. As leituras de dados foram realizadas na Serra da Rajada, inselberg localizado entre as rodovias RN 086 e a BR-427 na Microrregião do Seridó Oriental no município de Carnaúba dos Dantas/RN. As plantas analisadas encontram-se no terço superior da serra, a uma altitude de aproximadamente 370 metros. As leituras foram realizadas no período de 10:00h às 12:00h, em intervalos de quatro meses, março (período chuvoso), julho (intermediário) e novembro (seco) do ano de 2018. As variáveis avaliadas foram: taxa de fotossíntese assimilação de CO₂ (A), concentração interna de CO₂ (Ci), taxa de transpiração (E), condutância estomática (Gs), temperatura da folha (Tleaf) e temperatura do ar (Tair). Com bases nestes dados foram calculadas a eficiência instantânea do uso da água (A/E), eficiência intrínseca do uso da água (A/Gs) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci). As medidas foram feitas no terço médio das plantas, em folhas saudáveis não destacadas e completamente expandidas, com a utilização de um analisador portátil de gás por infravermelho IRGA Modelo Li-Cor 6400 XTR. A análise estatística foi baseada no Delineamento Inteiramente Casualizado – DIC, com medidas repetidas no tempo. Houve uma variação nas médias de taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E) e na concentração de carbono interno (Ci), quando estas foram comparadas nas diferentes épocas durante o ano. As temperaturas da folha e do ar entre as espécies variaram 5% e 1% de probabilidade respectivamente, enquanto que entre épocas variaram a 1% de probabilidade pelo teste F. Eficiência instantânea e intrínseca do uso da água quando comparadas nos diferentes períodos, as espécies tendem a aumentar no período seco. A clorofila A apresentou diferença entre as espécies de 5% e de 1% de probabilidade entre os períodos chuvoso, intermediário e seco. Os teores de clorofila B e clorofila Total e a relação entre a clorofila A e B variaram a 1% de probabilidade entre as espécies e entre os períodos. Ocorreu aumento de déficit de pressão de vapor a medida que o período do ano ficou mais seco. Conclui-se que as espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata*, otimizam a produção de reservas no período chuvoso, através das concentrações elevadas de CO₂, quando chegam ao período mais seco as espécies tendem a baixar suas atividades ecofisiológicas, com base nas eficiências instantânea e intrínseca do uso da água concluímos que as espécies estudadas potencializam o uso da água nos períodos mais seco do ano. O aumento das temperaturas das folhas e do ar, bem como a variação dos teores de clorofila A e B nos períodos mais secos, contribuem para a diminuição dos processos fisiológicos da *C. flexuosa* e *L. auriculata*, e por fim, o aumento do déficit de pressão de vapor nos períodos mais secos não interfere na transpiração das espécies.

Palavras -chave: Ecofisiologia, *C. flexuosa*, *L. auriculata*, inselbergs.

ABSTRACT

In Brazil, there is a shortage of specific data on the biogeography, floristic and mainly physiology of the inselberg plants mainly in the Northeast. The objective of this work was to evaluate the influence of seasonality on the physiology of *Luetzelburgia auriculata* and *Capparis flexuosa* occurring in inselbergs. The data readings were performed on the mountain of the Rajada, inselberg located between the highways RN 086 and the BR-427 in the Microregion of the Eastern Seridó in the county of Carnaúba dos Dantas / RN. The analyzed plants are in the upper third of the mountain, at an altitude of approximately 370 meters. The readings were performed from 10:00 a.m. to 12:00 p.m., at intervals of four months, March (rainy season), July (intermediate) and November (dry) of 2018. The variables evaluated were: photosynthesis rate assimilation (A), CO₂ internal concentration (Ci), transpiration rate (E), stomatal conductance (Gs), leaf temperature (Tleaf) and air temperature (Tair). Based on these data the instantaneous water use efficiency (A / E), intrinsic water use efficiency (A / Gs) and instantaneous carboxylation efficiency (A / Ci) were calculated. Measurements were made in the middle third of the plants, in healthy leaves, not detached and completely expanded, using an IRGA portable analyzer model IR-Cor 6400 XTR. Statistical analysis was based on the completely randomized design - DIC, with measures repeated over time. There was a variation in the averages of photosynthesis rate (A), stomatal conductance (Gs), transpiration (E) and internal carbon concentration (Ci), when these were compared at different times during the year. The leaf and air temperatures between the species varied between 5% and 1% probability respectively, whereas between seasons varied 1% probability by the test F. Instantaneous and intrinsic efficiency of water use when compared in different periods, species tend to increase in the dry period. Chlorophyll A presented a difference between 5% and 1% probability species between rainy, intermediate and dry periods. The levels of chlorophyll B and total chlorophyll and the relationship between chlorophyll A and B varied at 1% probability between species and between periods. There was an increase in the vapor pressure deficit as the period of the year became drier. It is concluded that the species *C. flexuosa* and *L. auriculata*, optimize the production of reserves in the rainy season, through the high concentrations of CO₂, when they arrive at the driest period the species tend to lower their ecophysiological activities, based on the instantaneous efficiencies and intrinsic to water use we conclude that the species studied potentiate the use of water in the driest periods of the year. The increase in leaf and air temperatures, as well as the variation of chlorophyll A and B contents in drier periods, contribute to a decrease in the physiological processes of *C. flexuosa* and *L. auriculata*, and, finally, an increase in the deficit of vapor pressure in the driest periods does not interfere with the transpiration of the species.

Key-words: Ecophysiology, *C. flexuosa*, *L. auriculata*, inselberg

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise da fertilidade do solo do local do experimento	21
Tabela 2 - Condições psicrométricas durante o período das leituras.....	24
Tabela 3 - Tabela da análise de variância Anova, taxa fotossintética (A), condutância estomática (Gs), concentração interna de CO ₂ (Ci), transpiração (E), eficiência instantânea do uso da água (A/E), eficiência intrínseca do uso da água (A/Gs), eficiência de carboxilação (A/Ci), temperatura da folha (Tleaf), temperatura do ar (Tair), diferença entre temperatura da folha e do ar (Tleaf – Tair).....	26
Tabela 4 - Análise de variância Anova, CloA – teor de clorofila A, CloB – teor de clorofila B, CloT – clorofila total e CloA/B – relação entre a clorofila A e B.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Bioma Caatinga na Região Nordeste do Brasil.....	15
Figura 2 - Médias pluviométricas mensais e de temperatura dos últimos 30 anos comparadas com o índice pluviométrico do ano de 2018 do município de Carnaúba dos Dantas/RN.....	22
Figura 3 - Analisador portátil de gás por infravermelho IRGA (A), leitura utilizando analisador portátil de gás por infravermelho IRGA (B).....	23
Figura 4 - Taxa fotossintética (A) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(a); concentração interna de CO ₂ (Ci) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(b). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo de teste Tukey, a 5% de probabilidade.....	28
Figura 5 - Condutância estomática (Gs) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(a); transpiração (E). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo de teste Tukey, a 5% de probabilidade.....	28
Figura 6 - Eficiência instantânea do uso da água – A/E nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(b). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo de teste Tukey, a 5% de probabilidade.....	29
Figura 7 - Eficiência intrínseca do uso da água – A/Gs (mmol m ² s ⁻¹ H ₂ O) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo de teste Tukey, a 5% de probabilidade.....	30
Figura 8 - Eficiência instantânea de carboxilação – A/Ci nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo de teste Tukey, a 5% de probabilidade.....	31

Figura 9 - Temperatura da folha – Tleaf (°C) das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(a), Temperatura da folha – Tleaf (°C) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(b). Temperatura do ar – Tair (°C) das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(c), temperatura do ar – Tair (°C) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(d). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo de teste Tukey, a 5% de probabilidade.....32

Figura 10 - Clorofila A das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(a), clorofila A nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(b). Clorofila B das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(c), clorofila B nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(d). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo de teste Tukey, a 5% de probabilidade.....34

Figura 11 - Clorofila total das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(a), clorofila total nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(b). Relação clorofila A e clorofila B – CloA/CloB das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(c), relação clorofila A e clorofila B – CloA/CloB nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(d). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo de teste Tukey, a 5% de probabilidade.....35

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 O Semiárido.....	13
2.2 Floresta Tropical Sazonalmente Seca (Caatinga).....	14
2.3 Inselbergs.....	15
2.4 <i>Luetzelburgia auriculata</i> (Alemão) Ducke.....	16
2.5 <i>Cynophalla flexuosa</i>	17
2.6 Atributos ecofisiológicos.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Local de condução do experimento.....	21
3.2 Coleta de dados.....	21
3.3 Variáveis fotossintéticas e leitura SPAD.....	22
3.4 Déficit de pressão de vapor (DPV).....	23
3.5 Análises estatísticas.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Trocas gasosas.....	25
5. CONCLUSÕES.....	36
6. REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga ocorre em clima semiárido com elevado potencial de evapotranspiração variando entre 1.500 a 2.000mm ano⁻¹, baixa precipitação com médias entre 300 e 1.000mm ano⁻¹ e uma estação seca de 6 a 11 meses (QUEIROZ 2009; MORO *et al.* 2016; LIMA *et al.* 2018). Segundo Prado (2003) trata-se do maior núcleo isolado de Floresta Tropical Sazonalmente Seca da América do Sul. Caracterizada pela vegetação ser composta por árvores pequenas e arbustos, frequentemente com troncos retorcidos e espinhos, com folhas muito pequenas que são decíduas na estação seca (QUEIROZ, 2009). Algumas plantas de porte arbóreo arbustivo ocorrem em inselbergs, entre elas a *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke, uma planta da família Leguminosae, e subfamília Papilionoideae (LPWG, 2017), espécie característica da Caatinga, conhecida pelos nomes vulgares de pau-mocó, pau-de-mocó, pau-serrote e pau pedra. É considerada uma árvore rústica e adaptada a terrenos secos e pedregosos (LORENZI, 2008). Outra espécie é a *Cynophalla flexuosa* (L.) J.Presl pertencente à família das Capparaceae, com ocorrência em encostos de serra e nas margens de rio, muito resistente à seca, ao vento e tem alta tolerância a sal (MAIA, 2012).

As plantas pertencentes a Caatinga são árvores de pequeno porte e arbustos, que geralmente possuem troncos retorcidos, com espinhos e folhas pequenas, na grande maioria decíduas na estação seca características que permitem a sobrevivência durante o período de escassez de água (QUEIROZ, 2009).

No Brasil, as primeiras pesquisas sobre inselbergs abordaram aspectos geológicos, hidrográficos e florísticos de algumas serras mineiras (PERON, 1989). No Nordeste alguns estudos sobre a florística foram realizados, entre eles estão a listagem florística para um inselberg de Milagres/BA, destacando-se as famílias Euphorbiaceae, Bromeliaceae e Leguminosae como as mais ricas (FRANÇA *et al.*, 1997). Posteriormente, foi realizado um estudo taxonômico da família Euphorbiaceae em outro inselberg de Milagres/BA, tendo sido registrado novamente um número representativo de espécies para essa família (CARNEIRO *et al.*, 2002). Krause (2000) realizou uma análise em sete inselbergs em Pernambuco, tendo observado a ocorrência de 260 espécies de plantas vasculares, distribuídas em 60 famílias. Almeida (2004) realizou estudo sobre a florística e a estrutura da família Orchidaceae em três inselbergs na Paraíba, tendo observado nove espécies e sete gêneros. Outro estudo foi realizado por Oliveira (2002), onde realizou levantamento florístico em inselberg em Quixadá/CE e observou-se maior ocorrência de espécies terófitas e a predominância de espécies anemocóricas.

A escassez de dados específicos sobre a biogeografia, florística e fisiologia das plantas de inselbergs no Brasil, e especialmente na Região Nordeste, reforça a importância de se conhecer não somente a diversidade florística, mas também a ecofisiologia das plantas existentes nesses ecossistemas, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento de estratégias conservacionistas. Tendo em vista a escassez de informações sobre a ecofisiologia destas espécies objetivou-se neste trabalho avaliar a influência do período seco e chuvoso na fisiologia da *Luetzelburgia auriculata* e *Capparis flexuosa* ocorrentes em inselbergs.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Semiárido

O Semiárido brasileiro compreende uma área de 969.589,4km², abrangendo os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. O Semiárido é delimitado pelos seguintes critérios, precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50; e o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano (IBGE, 2017).

Considera-se como região Semiárida àquela que possibilita o desenvolvimento de uma cobertura vegetal mais ou menos contínua, como a caatinga, a savana ou a estepe, mas que não permite o cultivo de plantas anuais, como o milho, de maneira regular e com boa produtividade, em virtude da baixa pluviosidade e da má distribuição das chuvas. Outras características apresentadas são a necessidade de irrigação complementar para as culturas anuais, a ocorrência de secas periódicas, vegetação xerófila, solos pobres em matéria orgânica e geralmente ricos em cálcio e potássio, porém, no geral, com desequilíbrio iônico para os demais elementos essenciais além de numerosas e extensas manchas salinizadas (MENDES, 1992).

Nos seus aspectos climáticos, a região está caracterizada por chuvas concentradas em um único período (3 a 5 meses), variando as médias anuais de 400 a 800 mm, com distribuição espacial e temporal muito irregular, apresentando algumas áreas com média de 250 mm e outras com médias superiores a 1000 mm. As temperaturas médias anuais são elevadas (23 a 27°C) e apresentam amplitudes térmicas diárias de 10°C, mensais de 5 a 10°C e anuais de 1 a 50°C. A insolação apresenta média anual de 2.800h ano⁻¹; a umidade relativa média anual é de 50% e a evaporação média anual é de 2.000 mm ano⁻¹ (MINTER, 1973; LIMA; RODRIGUES, 2005).

A cobertura vegetal, embora de predominância xerófila, é extremamente diversificada, identificando-se para o Semiárido a formação predominante conhecida como Caatinga. Caracterizada por uma vegetação principalmente decídua durante a estação seca (Mooney et al. 1995; Pennington *et al.* 2009). Com espécies espinhosas e suculentas especialmente nas formações mais secas, dominada por árvores com um dossel contínuo, que fica cada vez mais quebrado com a precipitação anual em torno de 500 mm ou menos (PENNINGTON *et al.* 2009). Este tipo de vegetação geralmente se desenvolve em solos férteis associados a rochas

calcárias, com valores moderados de pH e nutrientes disponíveis para as plantas (PENNINGTON *et al.* 2009; LIMA *et al.*, 2018).

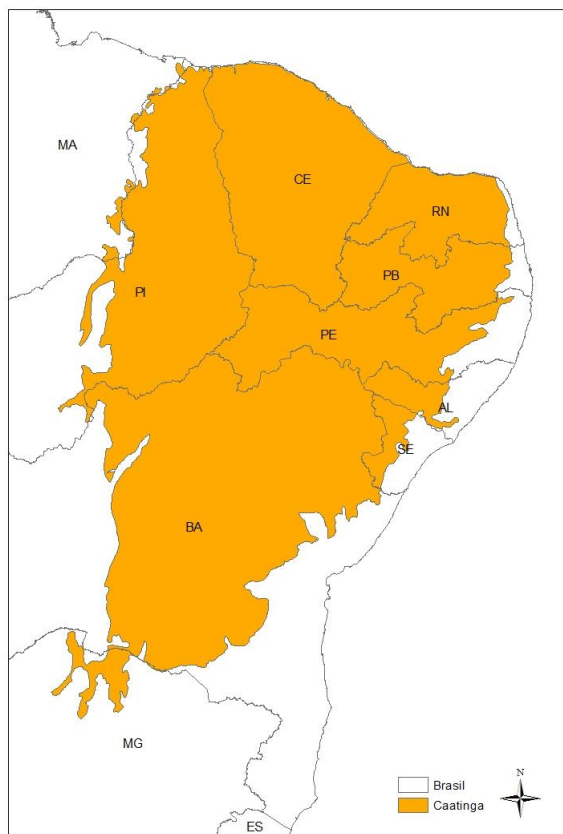
2.2 Floresta Tropical Sazonalmente Seca - FTSS (Caatinga)

As FTSSs ocorrem em regiões com precipitação anual menor que 1.600mm ano⁻¹, passando por períodos secos de 5 a 6 meses com precipitação menor que 100mm ano⁻¹. A vegetação predominantemente decídua durante a estação seca, a queda das folhas aumenta conforme a redução das chuvas. Entretanto, verifica-se o aumento de espécies suculentas e de árvores que se mantêm sempre verdes (Pennington *et al.* 2009). Estas florestas geralmente se desenvolvem em solos férteis associados a rochas calcárias, com pH de moderado a elevado, nutrientes, e baixos teores de alumínio, sendo propícios a agricultura e pecuária (PENNINGTON *et al.* 2006; LIMA *et al.* 2018).

A Caatinga é uma floresta típica da região Semiárida do Brasil (LIMA *et al.*, 2012). Esse ecossistema é caracterizado pelo déficit e pela irregularidade na distribuição anual das chuvas (PRADO, 2003) e pela alta evapotranspiração que excede a precipitação (SAMPAIO, 2002). A vegetação da Caatinga apresenta uma variedade quanto a deciduidade, abrangendo desde espécies totalmente decíduas até sempre-verdes (LIMA e RODAL 2010; LIMA *et al.*, 2012; ALBUQUERQUE *et al.*, 2012).

Segundo Sampaio *et al.* (2002), a caatinga trata-se do tipo de vegetação que cobre a maior parte da área com clima Semiárido da região Nordeste do Brasil. Naturalmente, as plantas não têm características uniformes nesta vasta área, mas cada uma destas características e os fatores ambientais que afetam as plantas são distribuídos de tal modo que suas áreas de ocorrência têm um grau de sobreposição razoável. Isto permite identificar áreas nucleares, onde um número maior das características consideradas básicas se sobrepõem, e áreas marginais, onde este número vai diminuindo, até chegar-se aos limites com as áreas onde as características das plantas e do meio definem outro tipo de vegetação.

Figura 1: Localização da Caatinga na Região Nordeste do Brasil



Fonte: SNIF, 2018

2.3 Inselbergs

Inselberg é um termo usado por Bornhardt para nomear elevações ilhadas que aparecem em regiões de clima árido. São considerados resíduos da pediplanação, em climas áridos quentes e semiáridos (GUERRA, 1993). Segundo Barthlott et al (1993) essas ilhas rochosas concentram-se nos antigos escudos cristalinos da América do Sul e da África. Apresentam condições pedológicas e microclimáticas, estresse hídrico, insolação e temperaturas elevadas, bem diferenciadas das do seu entorno (BARTHLOTT et al, 1993; IBISCH et al.1995). Com base nestes parâmetros Porembski et al (1994, 1998), afirmam que as plantas que colonizam esses habitats rochosos apresentam adaptações à falta de água e ao substrato pouco desenvolvido, mesmo aqueles inselbergs situados no domínio de climas úmidos.

Estudos recentes foram realizados em diversas partes do mundo, objetivando ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade destes ecossistemas e constituem um importante avanço no conhecimento da biogeografia desses ambientes (revisado por POREMBSKI &

BARTHLOTT, 2000). Apesar das similaridades fisionômicas e pedológicas, a flora de inselbergs é bastante variável em sua composição ao longo de um gradiente climático variando entre regiões.

2.4 *Luetzelburgia auriculata* (Alemão) Ducke

A Leguminosae constitui a terceira maior família de angiospermas, abrangendo 727 gêneros e 19.325 espécies, divididas em seis subfamílias, que são elas Cercidioideae, Detarioideae, Duparquetioideae, Dialioideae, Caesalpinioideae, e Papilionoideae (LPWG, 2017). É uma família que ocorre desde os picos das serras montanhosas até o litoral arenoso, da floresta tropical úmida até desertos, inclusive em ambientes aquáticos, mas diminui sua diversidade a partir do distanciamento da linha do Equador (LEWIS 1987). Corresponde ao maior número de espécies dentro de uma família no Brasil, com ocorrência de cerca de 221 gêneros e 2.809 espécies (LORENZI, 2012; LIMA et al, 2017).

A subfamília Papilionoideae é considerada monofilética e a maior das subfamílias com 478 gêneros e 13.800 espécies (LEWIS et al. 2005). Composta por árvores, arbustos, subarbustos, ervas ou lianas; estípulas foliáceas ou não, às vezes modificadas em espinhos, persistentes ou caducas, as folhas são alternas, espiraladas ou dísticas, geralmente compostas, pinadas ou digitadas, 1-3-folioladas, raramente simples ou nulas, nunca bipinadas; as inflorescências são racemosa, pseudoracemosa ou paniculada, terminal, axilar ou opositifolia; as flores são zigomorfas, papilionáceas, raramente actinomorfas ou assimétricas, diclamídeas, monoclinas, raro diclinas, hipóginas, raramente períginas; os frutos são diversificados, legumes ou derivações deste, geralmente secos, deiscentes ou indeiscentes, variáveis na forma; sementes com cicatriz do hilo, hilo geralmente lateral, pleurograma ausente, fenda hilar ausente, às vezes ariladas, embrião com radícula curva, cotilédones carnosos ou foliáceos (TOZZI, 2016).

Luetzelburgia auriculata (Alemão) Ducke é uma árvore de pequeno a médio porte, a casca de cor marrom-acinzentada, textura lisa a rugosa, as folhas são compostas imparipinadas, com 5 a 11 folíolos ovais, coriáceas; flores pequenas, revestidas de pubescência de cor roxa, formando um panícula terminal; fruto achatado alado, medindo 6cm de comprimento e 2 a 2,5cm de largura, o fruto maduro tem cor marrom textura aveludada, cada fruto carrega apenas uma semente; possui raízes tuberosas, feculentas (MAIA, 2012).

A *L. auriculata* é uma planta que se destaca pela folhagem verde durante os meses de seca em meio a caatinga desfolhada, cresce em solos pedregosos, poucos profundos, em chapadas e encostas de serrotes e serras. Ocorre nos Estados do Nordeste, especialmente na

caatinga arbustiva e de pé de serra, ocorre também no cerrado, Minas Gerais e de São Paulo até o Paraná, em floresta latifoliada semidecídua (MAIA, 2012).

2.5 *Cynophalla flexuosa*

A família Capparaceae é composta por cerca de 36 gêneros e 700 espécies, distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, geralmente em ambientes abertos. Fazem parte desta família ervas, arbustos e árvores, possuem ramos glabros ou indumentados, inermes ou aculeados; as folhas são alternas, às vezes pseudoverciculadas, simples ou 1-12-folioladas; estípulas setáceas, espinescentes ou ausentes; a parte reprodutiva é composta por inflorescência em racemos, panículas, umbeliformes ou corimbos terminais, algumas espécies possuem flores solitárias e axilares; brácteas geralmente presentes; e flores actinomorfas ou zigomorfas, bissexuadas, algumas vezes unissexuadas por aborto; receptáculo cônico, em geral prolongado em disco ou glândulas nectaríferas; frutos do tipo baga, cápsula folicular ou ceratium, liso ou toruloso, carpóforo presente; várias sementes, globosas ou coclear-reniformes, algumas vezes ariladas, testa lisa ou ornamentada, algumas vezes com tricomas, embrião convoluto (COSTA; SILVA et al., 2002).

A *C. flexuosa* trata-se de árvore ou arbusto podendo chegar até 4 m altura, possui ramos eretos, glabros a levemente pubescentes, suas folhas medem $7-9 \times 3,8-4,7$ cm, alternas, dísticas, elípticas a oblongo-elípticas, ápice agudo a acuminado, base obtusa a arredondada; pecíolo $0,5-0,7$ cm de comprimento; há presença de nectários extraflorais axilares, ca. 1 mm de comprimento, globosos. As inflorescências são racemosas a pseudocorimbosas, terminais ou axilares, paucifloras; botões florais medindo $1,3-1,7 \times 0,4-0,9$ cm comprimento, globosos, glabros. Com flores $1,5-3,1$ cm de comprimento, obovais a arredondadas; nectários florais 4, arredondado-elípticos, inseridos no receptáculo entre as bases das pétalas; seus frutos medem entre $13,6-19 \times 2,3-3$ cm, possuem formatos de cápsula folicular, toruloso (NETO et al. 2014).

Sua ocorrência e amplitude ecológica vai do México e sul da Florida, América Central, até o norte da América do Sul, no Brasil está presente do Pará até Minas Gerais e São Paulo, ocorrendo na Caatinga, nos encostos de serras e nas margens de rios

2.6 Atributos ecofisiológicos

Os atributos ecofisiológicos são características bastante mensuráveis, em nível celular ou de organismo, que podem ou não afetar a capacidade e eficiência biológica das plantas.

Estas características correspondem aos atributos de respostas que os vegetais apresentam quando inseridos em as condições ambientais distintas (ACKERLY et al., 2003; VIOLLE et al., 2007; GARNIER et al., 2004). Alguns fatores como, luminosidade, temperatura, recursos hídricos e elementos minerais na solução do solo influenciam o desenvolvimento e manutenção das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2016). Smith e Duques (2012) afirmam que a intensificação da temperatura pode afetar significativamente os processos de fotossíntese e assim, resultar em alterações nas atividades enzimáticas.

As mudanças no regime de chuvas provavelmente acompanhadas de modificações da temperatura contribuem para as mudanças no comportamento fotossintético das plantas (RODRIGUES, 2013). Apesar das condições ambientais adversas, as plantas se moldam alterando diretamente sua fisiologia ou morfologia em resposta a seu ambiente físico, devido a sua capacidade plástica, que tende a favorecer estratégias de sobrevivência (TAIZ & ZEIGER, 2016).

A transpiração é um processo consumidor de energia, a taxa de que a folha perde água para a atmosfera depende do gradiente de concentração de vapores entre a saturação de vapores do mesófilo da célula e da atmosfera circundante. A pressão de vapor d'água no mesófilo da célula depende da temperatura da folha, que por sua vez depende do saldo de balanço de energia que atinge a superfície da folha. O balanço de energia e a taxa de transpiração operam interdependentes até alcançarem um equilíbrio para dada condição climática (SEDIYAMA et al, 1996).

Quando ocorre a evaporação de moléculas de um líquido vencem a força de atração entre si e escapam de uma lâmina d'água passam à forma de vapor. Neste instante o ar está saturado de vapor d'água. Para cada temperatura este equilíbrio ocorre a uma determinada pressão de vapor, denominada pressão de saturação de vapor ou pressão máxima de vapor. A diferença entre a pressão do vapor d'água existente no ar e a pressão máxima que pode ser alcançada, é denominada de déficit de pressão de saturação de vapor d'água no ar (VIEIRA, 2009; ALVARENGA et al, 2014).

Os estômatos são formados por duas células guarda que funcionam como válvulas hidráulicas multissensoriais. Fatores ambientais, tais como, intensidade e qualidade de luz, temperatura, umidade relativa e concentração intercelular de CO₂ são percebidos pelas células guarda (TAIZ & ZEIGER, 2016). O movimento estomático é o principal mecanismo que controla as trocas gasosas das plantas, respondendo de forma rápida aos estímulos do meio além de controlar as interações entre planta e ambiente (ASSMANN, 1999).

A abertura e fechamento dos estômatos estão relacionados principalmente com a intensidade de luz e o estado de hidratação da folha. Alguns fatores como, altas taxas de radiação solar e altas temperaturas podem levar ao fechamento dos estômatos, e as baixas concentrações de CO₂ na câmara subestomática da folha provocam a abertura dos estômatos, paralelamente o seu fechamento é estimulado por alta concentração de CO₂ (COSTA; MARENCO, 2014). Isto porque, se a planta perde água a uma taxa superior à sua capacidade de absorção e transporte o potencial hídrico da folha diminui, o que leva o fechamento dos estômatos e a redução da fotossíntese. Nos horários mais quentes do dia, por exemplo, a condutância estomática diminui a ponto de evitar que o potencial hídrico da folha desça abaixo de níveis considerados críticos para a estabilidade do sistema de transporte de água. Já em situação de baixa disponibilidade de água no solo, as plantas reduzem a perda de água ao reduzir a condutância estomática, podendo influenciar na manutenção das espécies (COSTA; MARENCO, 2014).

Fatores internos e externos têm influenciado na capacidade fotossintética da planta. Os fatores externos incluem disponibilidade de água e nutrientes, temperatura, irradiância e concentração de CO₂. Já os fatores internos incluem fatores genéticos propriamente ditos, espessura da lâmina foliar e teor de clorofila (MARENCO et al., 2014). Os organismos fotossintéticos captam e utilizam a energia solar para oxidar a água (H₂O), liberar o oxigênio (O₂) e reduzir o nível de gás carbônico (CO₂) com intuito de produzir compostos orgânicos (açúcares). A energia estocada nas moléculas orgânicas é empregada nos processos celulares da planta e serve como fonte de energia. A luz solar, água e gás carbônico se constitui como fatores necessários para a realização da fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2016). A temperatura afeta os processos fisiológicos das plantas, em altas temperaturas a fotossíntese é limitada pela ação da rubisco, e a resposta à temperatura reflete em dois processos conflitantes, um é o aumento da taxa de carboxilação e o outro é o decréscimo na afinidade da rubisco por CO₂ (TAIZ & ZEIGER, 2016).

O desenvolvimento das plantas é medido pelo acúmulo de biomassa, que resulta dos ganhos de carbono, através da fotossíntese. A luminosidade absorvida pelas folhas é usada para desenvolver gradientes de energia livre que são acoplados a numerosos processos como a fixação de CO₂ e outras rotas metabólicas dependentes de luz. Porém, as árvores perdem água para a atmosfera quando os estômatos se abrem para fixar dióxido de carbono (CO₂) durante a fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2016). Tal redução também é apontada como um fator que pode ocasionar o decréscimo do metabolismo dos vegetais e uma reorganização de seus recursos energéticos voltados para a sobrevivência (DOBROTA, 2006; LLUSIA et al., 2015).

Porém, no intuito de maximizar a absorção de CO₂ enquanto limita a perda de água, as plantas desenvolveram adaptações para controlar a diminuição do potencial hídrico das folhas e assim, repor a água perdida para a atmosfera (TAIZ & ZEIGER, 2016).

A transpiração é perda de água na forma de vapor pelas plantas. Quando os estômatos se abrem, para fixação de CO₂, automaticamente as plantas perdem água para atmosfera. Se a atmosfera é fonte de CO₂ para os vegetais, os períodos de seca podem desidratar as plantas, e na tentativa de limitar a perda de água, elas desenvolvem adaptações para suprir essa demanda (TAIZ & ZEIGER, 2016).

Os fatores do ambiente não atuam somente de forma direta sobre a perda de água, mas também podem exercer sua ação indiretamente através do efeito controlador sobre o comportamento estomático, como acontece com a luz, a umidade do ar, o vento, as condições hídricas e térmicas do solo (SEIXAS, 2009). A redução da disponibilidade de água no solo pode afetar o desenvolvimento das plantas, assim, em situação de baixo conteúdo hídrico no solo, as plantas fecham os estômatos para garantir sua sobrevivência, e consequentemente reduzindo as trocas gasosas para realização das atividades fotossintéticas (TAIZ & ZEIGER, 2016).

Para que a fotossíntese ocorra é preciso que haja uma absorção de energia radiante pelos cloroplastos, os pigmentos envolvidos na fotossíntese são as clorofilas *a* e *b*, e os pigmentos acessórios, carotenos e xantofilas (LARCHER, 2006). A clorofila *a* é o pigmento utilizado para realizar a fotoquímica (o primeiro estágio do processo fotossintético), enquanto que os demais pigmentos auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia radiante para os centros de reação, sendo assim chamados de pigmentos acessórios (STREIT et al., 2005). Os carotenoides são pigmentos amarelos ou alaranjados, mas normalmente sua coloração é mascarada pelas clorofilas. Esses pigmentos situam-se nas lamelas dos cloroplastos, em íntima associação com as clorofilas, o que permite a transferência de energia para as clorofilas (TAIZ; ZEIGER, 2016).

Segundo Larcher (2006) a deficiência de clorofila ocorrer muitas vezes no início do desenvolvimento da folha e no outono. A destruição se dar também devido a radiações muito fortes ou muito fracas, temperaturas altas, por perdas em relação ao abastecimento mineral, infecções viróticas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de condução do experimento

As leituras de dados do experimento foram realizadas na Serra da Rajada, inselberg localizado entre as rodovias RN 086 e a BR-427, município de Carnaúba dos Dantas, na Microrregião do Seridó Oriental, estado Rio Grande do Norte, situado na região Semiárida do Nordeste Brasileiro, durante o ano de 2018. As plantas analisadas encontram-se no terço superior do inselberg, a uma altitude de aproximadamente 370 metros. Posição geográfica S 6° 32' 48,7" W 36° 38' 58,8".

3.2 Coletas de dados

As plantas encontram-se distribuídas no solo franco arenoso, amostras foram coletadas amostras próximo as raízes das plantas, nas quais foram obtidos os resultados da fertilidade do solo apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Análise da fertilidade do solo do local do experimento

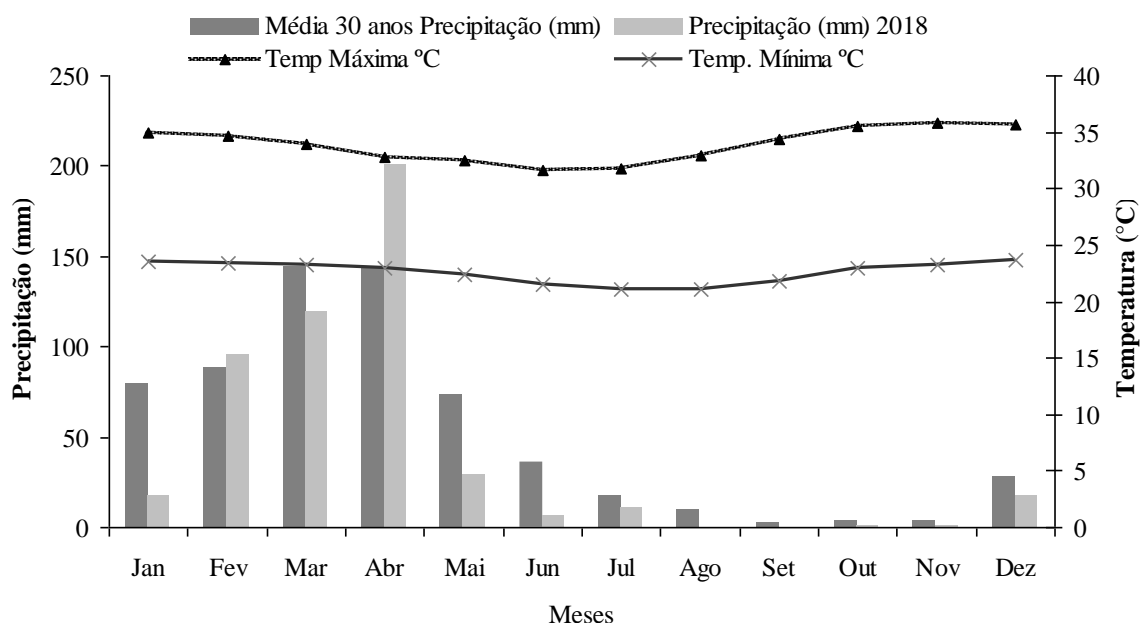
Solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ + Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	SB	CTC	M. O.
		-----mg/dm ³ -----					cmol _c /dm ³				g/kg
1	7	112,98	308,78	0,05	0,00	0,00	4,54	2,87	5,25	8,25	32,90
2	7,1	89,72	190,34	0,07	0,00	0,00	10,85	2,60	14,01	14,01	86,33
3	5,1	54,66	110,22	0,07	6,96	0,15	3,58	1,95	5,88	12,85	30,44

Para determinação do horário das leituras realizou-se um curso diário, entre às 8 e 16h, sendo efetuadas leituras a cada duas horas, onde foi detectado o período de maior atividade das trocas gasosas entre 10 e 12 horas do dia, com picos da taxa fotossintética A(μmol m⁻²s⁻¹) de 4,49 e 3,24, *C. flexuosa* e *L. auriculata* respectivamente.

As épocas de coleta de dados foram selecionadas com base na média da pluviosidade dos últimos 30 anos, onde foram identificados os meses de menores e maiores índices pluviométricos. O mês de março foi o que teve o maior índice pluviométrico nos últimos 30 anos, sendo selecionado como o período chuvoso, o mês de julho como período intermediário e o mês de novembro como o período mais seco.

O padrão pluviométrico de 2018 foi bastante semelhante à média dos últimos 30 anos, conforme a figura 4.

Figura 2: Médias pluviométricas mensais e de temperatura dos últimos 30 anos comparadas com o índice pluviométrico do ano de 2018 do município de Carnaúba dos Dantas/RN.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Estações e dados, 2019

3.3 Variáveis fotossintéticas e leitura SPAD

As leituras foram realizadas no período de 10:00h às 12:00h a cada quatro meses março (período chuvoso) , julho (intermediário) e novembro (seco) do ano de 2018, as variáveis avaliadas foram: taxa de fotossíntese assimilação de CO_2 – A ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), concentração interna de CO_2 - Ci ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração – E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática - Gs($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura da folha - Tleaf ($^{\circ}\text{C}$) e temperatura do ar - Tair ($^{\circ}\text{C}$).

Com bases nestes dados foram calculadas a eficiência instantânea do uso da água - A/E ($\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol}^{-1}\text{H}_2\text{O}$), eficiência intrínseca do uso da água – A/Gs ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}\text{H}_2\text{O}$) e eficiência instantânea de carboxilação - A/Ci ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

As medidas foram feitas no terço médio das plantas, em folhas saudáveis não destacadas e completamente expandidas, com a utilização de um analisador portátil de gás por infravermelho IRGA (Modelo Li-Cor 6400 XTR).

Figura 3: Analisador portátil de gás por infravermelho IRGA Modelo Li-Cor 6400 XTR (A), leitura utilizando analisador portátil de gás por infravermelho IRGA (B).



Para se determinar o teor relativo de clorofila foi utilizado o Clorofilômetro *Soil Plant Analysis Development* (SPAD – 502, Minolta, Japão), foram coletadas informações sobre o teor da clorofila A e da clorofila B, com bases nesses dados calculou-se a clorofila total e relação entre a clorofila A e B, as leituras foram realizadas no terço médio das plantas, em quatro pontos para obtenção de uma média.

3.4 Déficit de pressão de vapor (DPV)

Durante o período das leituras foram coletadas informações de temperatura e umidade do ar, foi utilizado um relógio termo-higrômetro (Minipa, MT – 241), com intuito de se calcular o déficit de pressão de vapor (DPV), primeiro utilizou-se os valores de temperatura de ar para se determinar a pressão de saturação de vapor d'água no ar, seguindo método proposto por Tetens (1930) na equação:

$$e_s = 0,6108 \times 10^{\left[\frac{7,5 \cdot T}{237,5 + T} \right]}$$

Onde:

e_s = pressão de saturação de vapor d'água no ar (kpa);

T = Temperatura do ar (°C).

Para se determinar a pressão parcial de vapor d'água no ar, utiliza-se a umidade relativa do ar e a pressão de saturação de vapor d'água no ar, para isso se utiliza a equação:

$$e_a = \frac{UR \cdot e_s}{100}$$

Onde:

e_a = pressão parcial de vapor d'água (kPa);

UR = umidade relativa do ar (%).

Com base na diferença entre a pressão de saturação e a pressão parcial de vapor d'água no ar é possível se calcular o déficit de pressão de vapor d'água no ar utilizando a equação:

$$DPV = (e_s - e_a)$$

Onde:

DPV = Déficit de pressão de vapor d'água no ar (kPa)

O déficit de pressão de saturação de vapor d'água no ar é uma medida do poder evaporante do ar, tendo relação direta com os processos de evaporação, uma vez que depende do gradiente de pressão de vapor entre a superfície evaporante do ar (ALVARENGA et al, 2014).

Tabela 2: Condições psicrométricas durante o período das leituras.

Variável	Chuvoso	Intermediária	Seco
	rio		
DPV – Déficit de Pressão de Vapor (kPa)	2,64	2,88	3,9**

^{ns}, *, ** não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio.

Como podemos observar o déficit de pressão de vapor aumenta a medida que o período do ano fica mais seco, tabela 3. Apesar da condutância estomática aumentar favorecendo o aumento da transpiração, as espécies conseguem manter um controle na transpiração das plantas, contribuindo para o aumento do déficit de pressão de vapor.

3.5 Análises estatísticas

A análise foi baseada no Delineamento Inteiramente Casualizado – DIC, com medidas repetidas no tempo. Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade. A análise foi realizada no programa estatístico R, usando o pacote ExpDes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Trocas gasosas

Houve uma variação nas médias de taxa de fotossíntese (A), condutância estomática (Gs) e transpiração (E) de 5% de probabilidade e 1% de probabilidade na taxa de concentração de carbono interno (Ci), quando estas foram comparadas nas diferentes épocas durante o ano de 2018, mostrando que a época do ano interfere significamente na ecofisiologia das espécies estudadas. A concentração carbono interno (Ci) também apresentou diferença nas médias de 5% de probabilidade quando comparadas as médias entre as duas espécies *Luetzelburgia auriculata* e *Cynophalla flexuosa* (Tabela 1).

As médias da eficiência do uso da água e da eficiência de carboxilação não diferiram estatisticamente quando comparadas entre as espécies *L. auriculata* e *C. flexuosa*, mas houve diferença estatística de 5% de probabilidade pelo teste F entre as épocas chuvosas, intermediária e seca. Já a eficiência intrínseca do uso da água variou tanto entre as espécies como entre as épocas do ano, variando 5% e 1% de probabilidade, respectivamente .

As temperaturas da folha e do ar entre as espécies variaram 5% e 1% de probabilidade respectivamente, enquanto que entre épocas variaram a 1% de probabilidade pelo teste F. A diferença entre a temperatura da folha (°C) e a temperatura do ar (°C) não diferiram estatisticamente.

Tabela 3: Tabela da análise de variância Anova, taxa fotossintética (A), condutância estomática (Gs), concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração (E), eficiência instantânea do uso da água (A/E), eficiência intrínseca do uso da água (A/Gs), eficiência de carboxilação (A/Ci), temperatura da folha (Tleaf), temperatura do ar (Tair), diferença entre temperatura da folha e do ar (Tleaf – Tair).

FV	GL	QM								
		A	Gs	Ci	E	A/E	A/Ci	A/Gs	Tleaf	Tair
Esp	1	1310,0000 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	19041*	2,1829 ^{ns}	17,5760 ^{ns}	0,000219 ^{ns}	8234,7*	19,915*	14,1445**
Erro a	8	11,3180	0,0012	3491	0,8719	0,4439	0,000255	1118,2	2,998	0,7998
Epo	2	37,2310*	0,0150*	55593**	159,0250*	73,9410*	0,001149*	22047,7**	41,413**	28,7600**
Esp*Epo	2	7,9280 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	8972 ^{ns}	1,4052 ^{ns}	0,7052 ^{ns}	0,000393 ^{ns}	3180,8 ^{ns}	0,230	0,4765
Erro b	16	6,1270	0,0032	3935	2,8242	0,3990	0,000228	1593,7	1,856	0,3222
Total	29									
CV 1 (%)		78,99	52,18	27,24	36,57	33,77	68,42	36,01	4,98	2,58
CV 2 (%)		58,12	85,98	28,92	65,82	32,02	64,69	42,99	3,92	1,64

^{ns},*, ** não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente. FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio.

Com bases nas leituras foram observadas variações sazonais na taxa fotossintética (A), concentração de carbono interno (Ci) condutância estomática (Gs), e transpiração (E) nos indivíduos de *C. flexuosa* e *L. auriculata* durante os períodos chuvoso, intermediário e seco. Quanto a taxa fotossintética (A) entre as espécies não houve diferença estatística, mostrando que o comportamento das espécies foi igual no decorrer do ano de 2018. A taxa fotossintética (A) variou entre os período intermediário ($6,45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e o período seco ($2,88 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), durante a leitura no período chuvoso o tempo estava parcialmente nublado interferindo na taxa fotossintéticas das espécies.

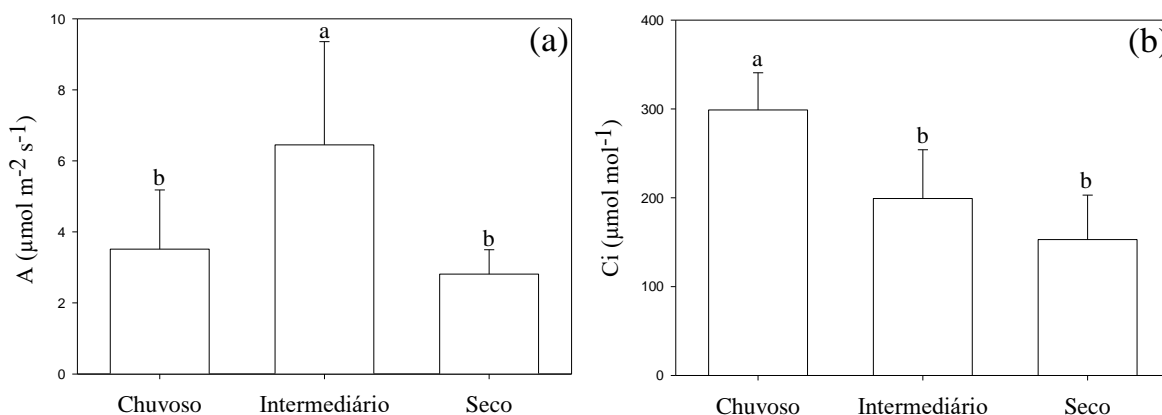
Pesquisa realizada por Figueiredo (2016) detectou variações sazonais na condutância estomática (Gs), taxa fotossintética (A), e eficiência do uso da água nos indivíduos de *C. flexuosa*, as alterações na condutância estomática (Gs) apresentaram correlação moderada com mudanças na taxa de fotossíntese (A). Além disso, durante o período mais seco a *C. flexuosa* apresentou forte controle estomático com redução na Gs e A.

Com base nos diferentes períodos é possível perceber que há uma redução significativa na concentração de CO_2 quando comparamos os períodos chuvoso ($298,75 \mu\text{mol mol}^{-1}$), intermediário ($199,11 \mu\text{mol mol}^{-1}$) e seco ($152,85 \mu\text{mol mol}^{-1}$), figura 6b.

Pode-se observar nas Figuras 6 e 7 que a taxa fotossintética (A) apresenta correlação com as mudanças nas taxas de concentração interna de CO_2 (Ci) e transpiração (E), mas quando se compara com a condutância estomática (Gs), é inversamente proporcional, diferenciando da pesquisa realizada por Figueiredo (2016) onde foi detectado que as alterações na condutância estomática (Gs) apresentaram correlação moderada com mudanças na taxa de fotossíntese (A).

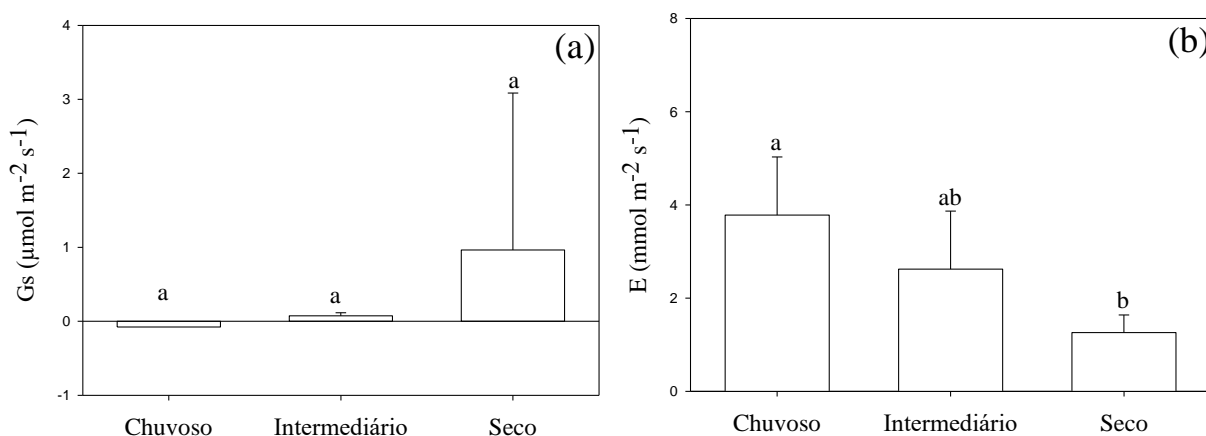
As folhas possuem uma cutícula quase impermeável à água, sendo que a maior parte da sua transpiração resulta da difusão de vapor d'água através das fendas estomáticas, estas fendas proporcionam uma rota baixa de resistência para o movimento de difusão dos gases através da epiderme e da cutícula, nestas fendas ocorrem mudanças chamadas de resistência estomática que é importante para regulação da perda de água pela planta e para o controle da taxa de absorção de dióxido de carbono necessária à fixação continuada de CO_2 durante a fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2016).

Figura 4: Taxa fotossintética (A) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(a); concentração interna de CO₂ (Ci) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(b). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.



É possível observar que a condutância estomática (Gs) aumenta no período mais seco, enquanto que a transpiração (E) a medida que o tempo fica mais seco ela diminui (Figura 7). Mas apenas a transpiração difere estatisticamente entre os períodos chuvoso e seco. Este fato vai de encontro com o que relataram Lu e Zhang (1999), onde eles afirmam que o estresse hídrico é o responsável pela diminuição da taxa de transpiração das folhas, ocasionada pela redução da condutância estomática.

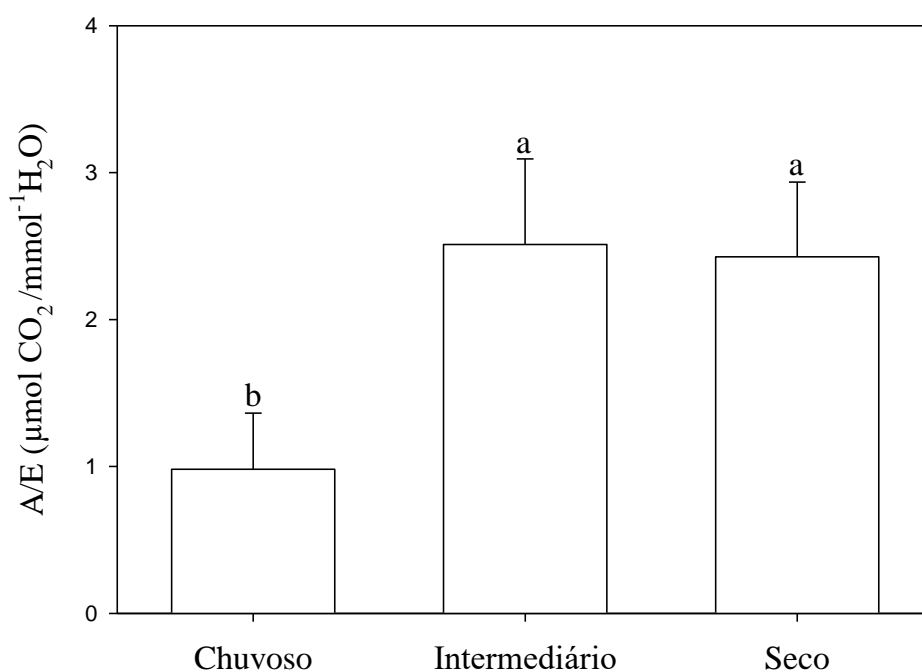
Figura 5: Condutância estomática (Gs) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(a); transpiração (E). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.



Apesar de diferirem entre os períodos chuvoso, intermediário e seco, as taxas de condutância estomática (Gs) e transpiração (E) são estatisticamente iguais entre as espécies, concluindo que as espécies se comportam igualmente nas diferentes épocas.

No período chuvoso há uma moderada taxa de fotossíntese (A), com elevadas taxas de concentração de CO₂ e transpiração (E), e baixa taxa de condutância estomática (Gs), no período intermediário a taxa de fotossíntese se eleva, mas há uma redução nas demais taxas. Quando comparamos com o período considerado mais seco observamos que a condutância estomática se eleva e todas as demais variáveis diminuem.

Figura 6: Eficiência instantânea do uso da água – A/E nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

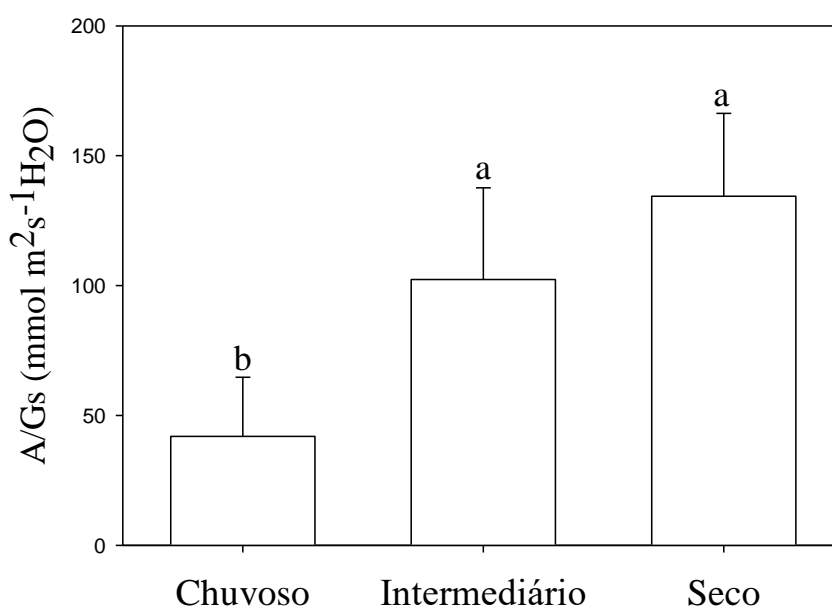


Ao se comparar a eficiência de instantânea do uso da água nos diferentes períodos do ano podemos observar a taxa de eficiência de instantânea do uso da água que no período chuvoso foi de 0,98 μmolCO₂/mmol⁻¹H₂O, bem menor quando comparamos com os períodos intermediário com 2,51 μmolCO₂/mmol⁻¹H₂O e o seco com 2,43 μmolCO₂/mmol⁻¹H₂O,

concluindo que as espécies tendem a otimizar a utilização da água nos períodos de menor disponibilidade ou até mesmo de escassez de água.

Eficiência intrínseca do uso da água (A/Gs) quando comparada nos diferentes períodos as plantas tendem a ter uma maior eficiência intrínseca do uso da água no período intermediário e seco (Figura 9).

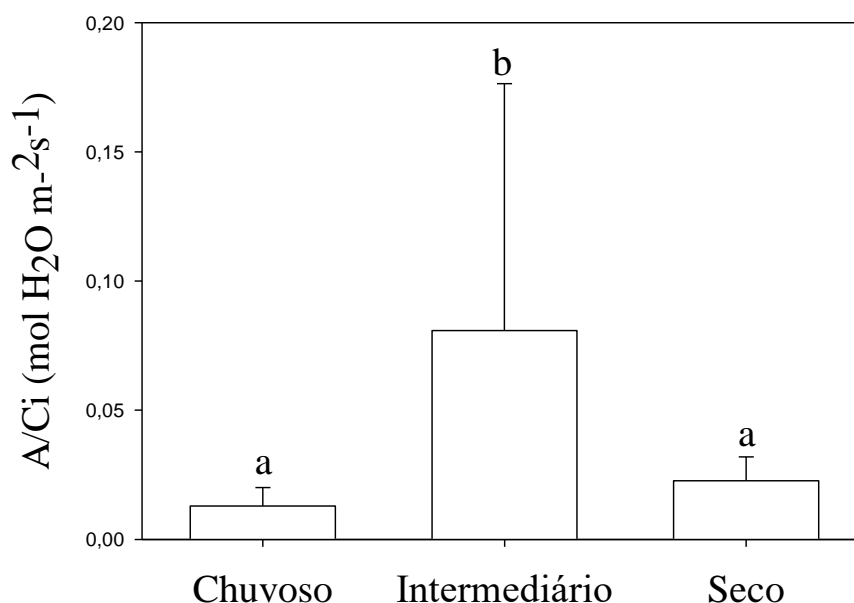
Figura 7: Eficiência intrínseca do uso da água – A/Gs ($\text{mmol m}^2\text{s}^{-1}\text{H}_2\text{O}$) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.



Eficiência de carboxilação é a velocidade que o CO_2 fixado é processado, sendo limitada principalmente pela quantidade e atividade enzimática e pela disponibilidade de CO_2 , há também outros fatores que influenciam na eficiência de carboxilação, entre eles estão, a concentração do aceptor, temperatura, grau de hidratação do protoplasma, suprimento de substâncias minerais e grau de desenvolvimento e atividade da planta (LARCHER, 2006).

Quando se compara a eficiência instantânea de carboxilação entre as épocas do ano, observa-se que houve um aumento no período intermediário ($0,075 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) em relação aos períodos chuvoso ($0,013 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$) e seco ($0,025 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

Figura 8: Eficiência instantânea de carboxilação – A/Ci nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018. Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.



A temperatura altera todas as reações bioquímicas da fotossíntese até mesmo a integridade da membrana dos cloroplastos (TAIZ & ZEIGER 2016). Quando se tem uma temperatura supra-ótima, a relação CO₂/O₂ é modificada a favor do oxigênio, diminuindo o trabalho da RuBP carboxilase/oxigenase, em temperaturas muito elevadas ocorre uma total desorganização entre as reações do metabolismo do carbono e o transporte de material, retardando os processos fotoquímicos acarretando um declínio na fotossíntese (LARCHER, 2006).

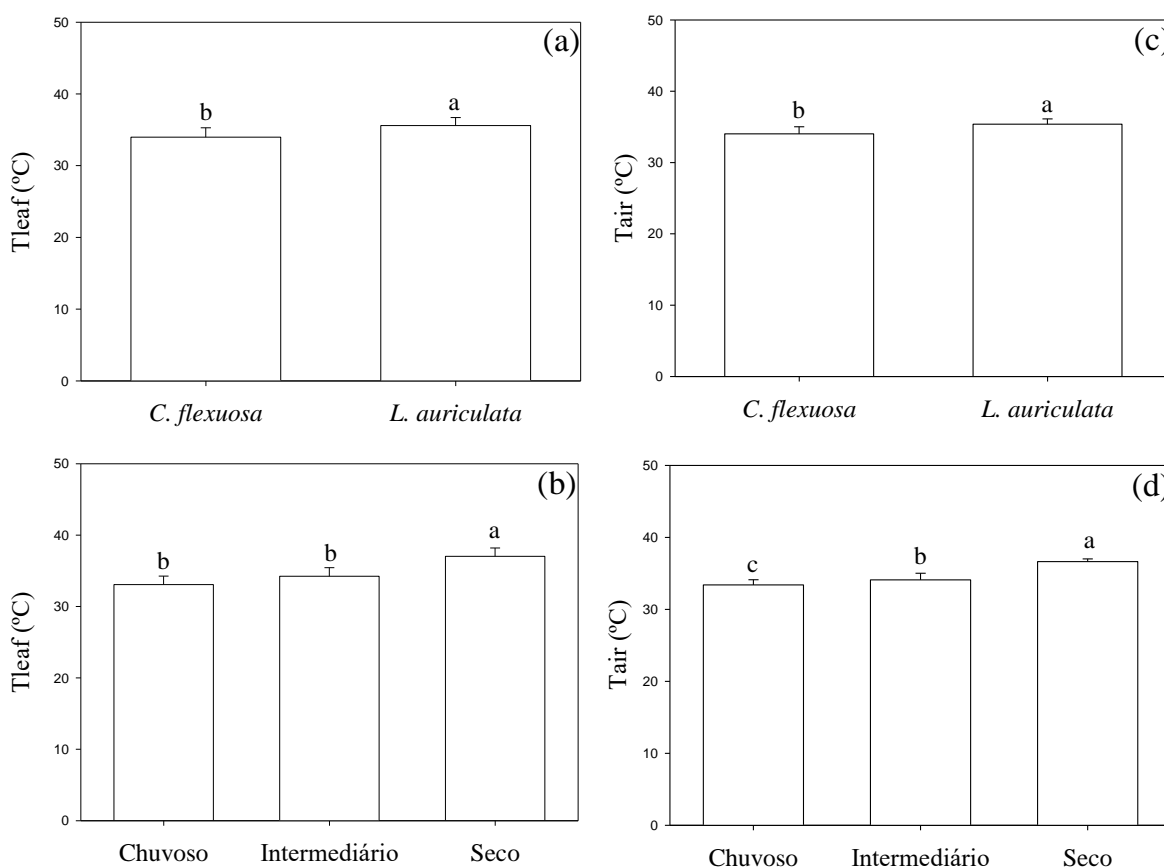
Segundo Taiz e Zeiger (2016) as plantas possuem características plásticas em suas adaptações à temperatura, e suas temperaturas fotossintéticas consideradas ótimas possuem fortes componentes genéticos e ambientais. Por exemplo, plantas herbáceas e árvores de regiões quentes tem maiores ganhos fotossintéticos entre as temperaturas de 25-35°C (LARCHER, 2006).

As temperaturas das folhas diferiram entre as espécies, a *L. auriculata* com uma média de 35,6°C, uma diferença de 1,6° quando comparada com a média da *C. flexuosa* de 34,0°C.

Quando comparamos as temperaturas das folhas nas diferentes épocas do ano observamos que permanecem estatisticamente iguais entre as épocas chuvosa (33,1°C) e

intermediária, diferindo da época seca atingindo uma média de 37.0°C. As temperaturas do ar variam entre as diferentes épocas aumentando gradativamente do período chuvoso até o seco, figura 11.

Figura 9: Temperatura da folha – Tleaf (°C) das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(a), Temperatura da folha – Tleaf (°C) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(b). Temperatura do ar – Tair (°C) das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(c), temperatura do ar – Tair (°C) nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(d). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.



A clorofila A apresentou diferença entre as espécies de 5% e de 1% de probabilidade entre os períodos chuvoso, intermediário e seco. Os teores de clorofila B e clorofila Total e a relação entre a clorofila A e B variaram a 1% de probabilidade entre as espécies e entre os períodos, tabela 2.

As clorofilas desempenham um papel importante na fotossíntese, sendo as principais responsáveis pela captação de energia luminosa (TAIZ & ZEIGER, 2016). A deficiência hídrica pode ocasionar degradação tanto da clorofila A como da clorofila B, podendo levar à

foto-inibição e diminuição da eficiência fotossintética, além de afetar outros processos celulares como a divisão e expansão celular (LONG et al., 1994).

Tabela 4: Análise de variância Anova, – teor de clorofila A (CloA), teor de clorofila B (CloB), clorofila total (CloT) e relação entre a clorofila A e B (CloA/B).

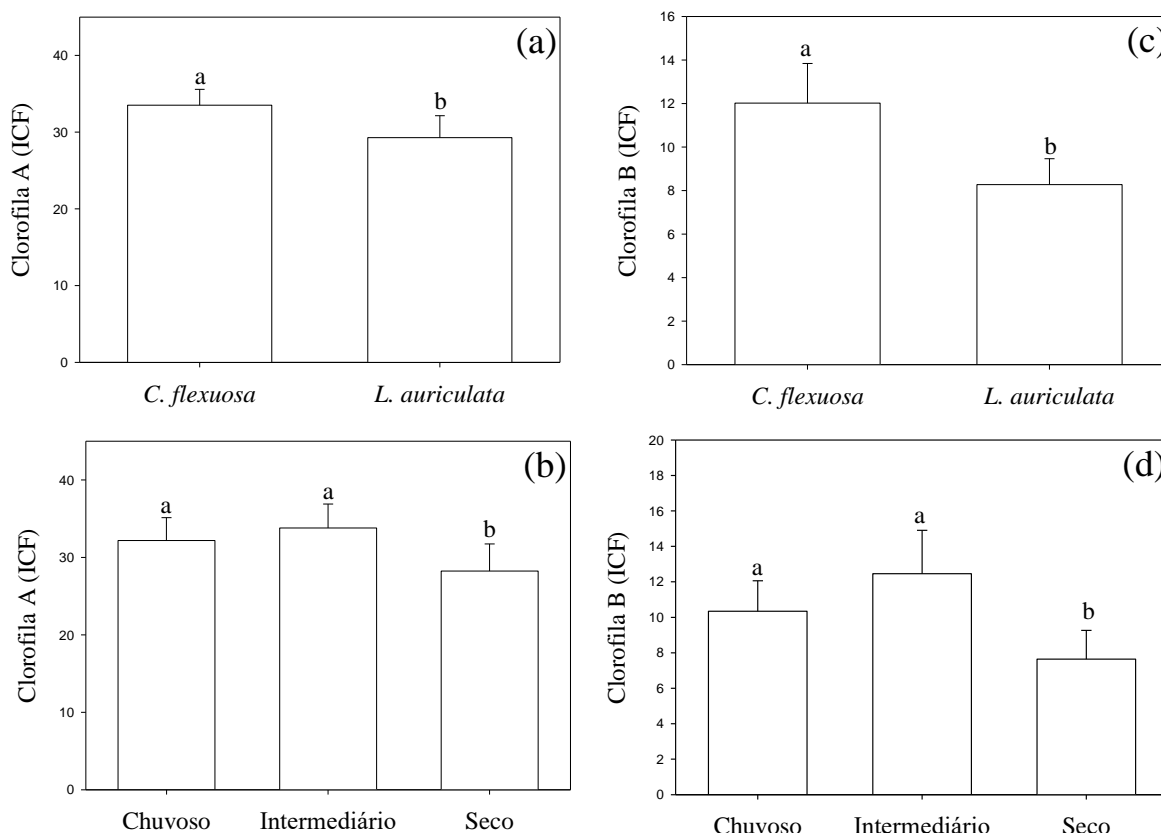
FV	GL	QM			
		CloA	CloB	CloT	CloA/B
Esp	1	134,41*	105,28**	477,60**	43,16**
Erro a	8	19,65	3,57	35,26	0,14
Epo	2	81,69**	58,36**	276,27**	26,65**
Esp*Epo	2	33,02 ^{ns}	4,52 ^{ns}	54,42 ^{ns}	0,14 ^{ns}
Erro b	16	11,25	3,78	21,61	0,22
Total	29				
CV 1 (%)		14,11	18,61	14,29	11,19
CV 2 (%)		10,68	19,16	11,19	14,35

^{ns}, *, ** não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

FV = fonte de variação; GL = grau de liberdade; QM = quadrado médio.

Os maiores teores de clorofila A e B foram encontrados na *C. flexuosa* em torno de 12,5% e 31,2% respectivamente quando comparados com os teores da *L. auriculata*, indicando que a *C. flexuosa* é mais resistente ao estresse hídrico que a *L. auriculata*. Durante os períodos chuvoso e intermediário os teores de clorofila A e B não diferem estatisticamente, sendo que no período seco há uma redução nestes teores principalmente da clorofila B (Figura 12).

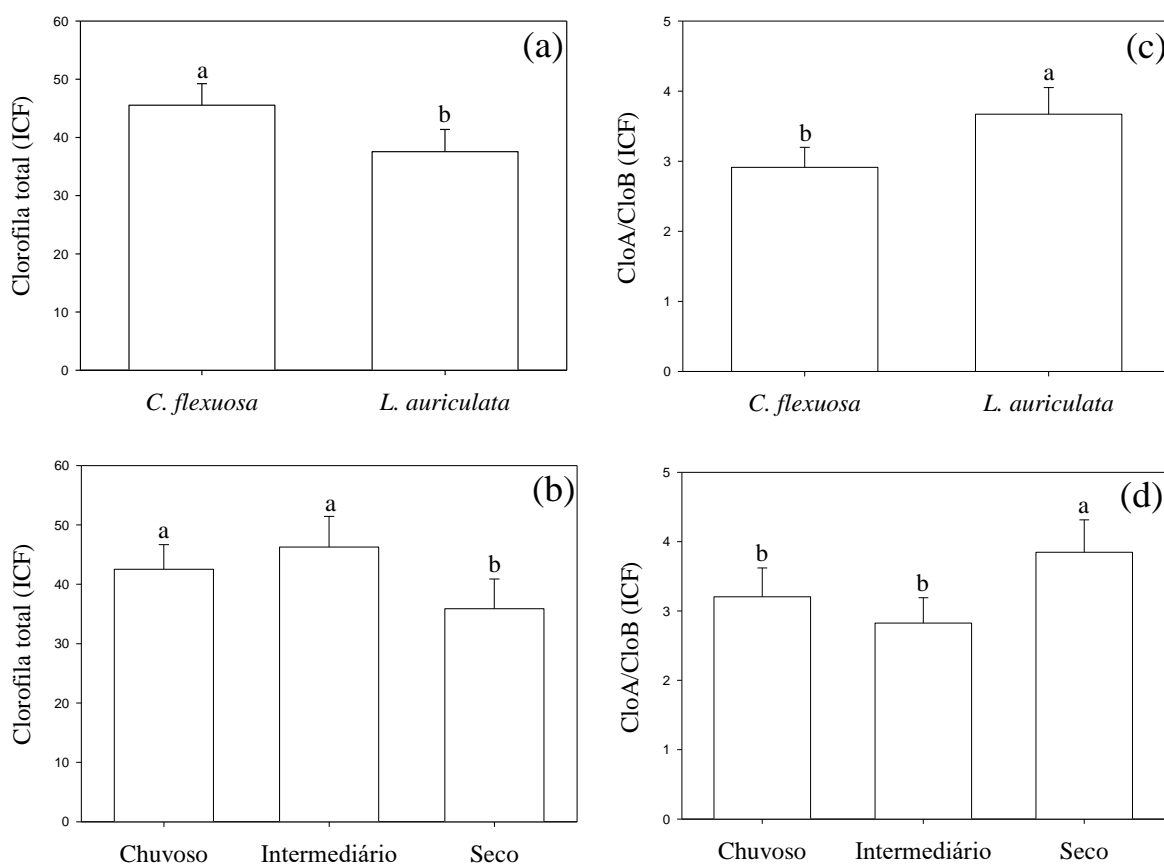
Figura 10: Clorofila A das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(a), clorofila A nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(b). Clorofila B das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(c), clorofila B nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(d). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.



Quando se faz a interação do teor de clorofila A entre as espécies observa-se que elas se comportam igualmente nos períodos chuvoso e intermediário, sendo que no período seco há uma redução significativa no teor de clorofila A da *L. auriculata* comparada com a *C. flexuosa*. Já na interação do teor de clorofila B entre as espécies no período chuvoso não há diferença estatística, em contrapartida o teor de clorofila B são menores na *L. auriculata* quando comparados com teor presente na *C. flexuosa*.

A clorofila total e a relação da clorofila A/B diferem estatisticamente entre as espécies. A clorofila total da *C. flexuosa* é 17% maior que na *L. auriculata*, já quando comparamos a relação da clorofila A/B a *C. flexuosa* apresenta uma relação menor em relação a *L. auriculata*, figura 16. Ao observarmos o teor de clorofila total e a relação clorofila A/B nos períodos chuvoso e intermediário não se diferenciam, ambos se diferenciam no período seco, onde há uma redução da clorofila total e há uma maior relação clorofila A/B.

Figura 11: Clorofila total das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(a), clorofila total nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(b). Relação clorofila A e clorofila B – CloA/CloB das espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata* nos diferentes períodos de 2018(c), relação clorofila A e clorofila B – CloA/CloB nos períodos chuvoso, intermediário e seco durante o ano de 2018(d). Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem pelo de teste Tukey, a 5% de probabilidade.



Ao se observar a interação da clorofila total e da relação clorofila A/B, as espécies não se diferenciam estatisticamente no período chuvoso, mas à medida que o período fica seco as espécies se comportam diferentemente.

5 CONCLUSÕES

1. As espécies *C. flexuosa* e *L. auriculata*, otimizam a produção de reservas no período chuvoso, através das concentrações elevadas de CO₂, quando chegam ao período mais seco as espécies tendem a baixar suas atividades ecofisiológicas.
2. Com base nas eficiências instantânea e intrínseca do uso da água concluímos que as espécies estudadas potencializam o uso da água nos períodos mais secos do ano.
3. O aumento das temperaturas das folhas e do ar, bem como a variação dos teores de clorofila A e B nos períodos mais secos, contribuem para a diminuição dos processos fisiológicos da *C. flexuosa* e *L. auriculata*.
4. O aumento do déficit de pressão de vapor nos períodos mais secos não interfere na transpiração das espécies.

6 REFERÊNCIAS

- ACKERLY, D. D. **Community assembly, niche conservatism, and adaptive evolution in changing environments**. International Journal of Plant Science, Chicago, v. 164, n. 3, p.165-184, 2003.
- ALBUQUERQUE, U. et al. **Caatinga Revisited: Ecology and conservation of an important Seasonal Dry Forest**. The Scientific World Journal, p. 1-18. 2012.
- ALVARENGA, C. B.; TEIXEIRA, M. M.; ZOLNIER, S.; CECON, P. R.; SIQUEIRA, D. L.; RODRIGUES, D. E.; SASAKI, R. S.; RINALDI, P. C. N. **Efeito do déficit de pressão de vapor d'água no ar na pulverização hidropneumática em alvos artificiais**. Biosci. J., Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 182-193, Jan./Feb. 2014
- ASSMANN, S. M. **The cellular basis of guard cell sensing of rising CO₂**. Plant, Cell and Environment, Oxford, v. 22, n. 6, p.629-637, 1999.
- BARTHLOTT, W.; GRÖGER, A & POREMBSKI, S. **Some remarks on the vegetation of tropical inselbergs: diversity and ecological differentiation**. Biogeographica, p.105-124, 1993.
- CARNEIRO, D. S.; CORDEIRO, I.; FRANÇA, F. **A família Euphorbiaceae na flora de inselbergs da Região de Milagres, Bahia, Brasil**. Boletim Botânico da Universidade de São Paulo, São Paulo, v.20, p.31-47, 2002.
- COSTA E SILVA, M.B, GIULIETTI, A.M., STAM, G.P. & SZTUTMAN, M. **Capparaceae** In: Wanderley, M.G.L., Shepherd, G.J., Giulietti, A.M., Melhem, T.S., Bittrich, V., Kameyama, C. (eds.) **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. Instituto de Botânica, São Paulo, vol. 2, p. 71-78, 2002.
- COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. **Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*)**. Revista Acta Amazonica, Manaus, vol. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.
- DOBROTA, C. **Energy dependant plant stress acclimation**. Revista Environ Sci Biotechnol, Londres, v. 5, n. 2, p. 243–251, 2006.
- DUQUE, J. G. **O Nordeste e as plantas xerófilas**. Escola Superior de Agricultura de Mossoró / Fundação Guimarães Duque, 1980. (Coleção Mossoroense, v. CXLIII).
- FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. (2018). ExpDes: Experimental Designs. R package version 1.2.0.
- FRANÇA, F.; MELO, E.; SANTOS, C. C. **Flora de inselbergs da região de Milagres, Bahia, Brasil: caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergs**. Sitientibus. Série Ciências Biológicas, p. 163-184, 1997
- FIGUEIREDO, K. V. **Ecofisiologia de duas espécies lenhosas, sempre-verde e decídua: estudo de caso com *Cynophalla flexuosa* e *Annona leptopetala* em floresta tropical sazonal seca**. Recife, 2016. 113f. (Tese Doutorado) Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Pernambuco.

GARNIER, E.; CORTEZ, J.; BILL, G.; NAVAS, M. L.; ROUMET, C.; DEBUSSCHE, M.; LAURENT, G.; BLANCHARD, A.; AUBRY, D.; TOUSSAINT, J. P. **Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession.** Ecology, Massachusetts, v. 85, n. 9, p. 2630-2637, 2004.

GUERRA, A. T. 1993. Dicionário geológico geomorfológico. 8ª edição. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro. 446p.

IBISCH, P. L.; RAUER, G.; RUDOLPH, D. & BARTHLOTT, W. **Floristic, biogeographical, and vegetational aspects of Pre-Cambrian rock outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia.** Flora, v. 19, p. 299-314, 1995.

Semiárido Brasileiro. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.. 2017. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 20/11/2018.

Dados pluviométricos Carnaúba dos Dantas/RN. Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 05 de janeiro de 2019.

KRAUSE, L. **Os inselbergues de Pernambuco (Brasil): comparações florísticas-estruturais e fitodiversidade.** Universidade de Leipzig, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Paulo: Rima. 2006. 504.

LEWIS, G. P. Legumes of Bahia. Royal Botanic Gardens, Kew, 1987, 369p.

LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B. & LOCK, M. (eds.). 2005. Legumes of the world. Royal Botanic Gardens, Kew, 577p.

LIMA, H. C.; QUEIROZ, L. P.; MORIM, M. P.; SOUZA, V. C.; DUTRA, V.F.; BORTOLUZZI, R. L. C.; IGANCI, J. R. V.; FORTUNATO, R. H.; VAZ, A. M. S. F.; SOUZA, E. R. DE; FILARDI, F. L. R.; VALLS, J. F. M.; GARCIA, F. C. P.; FERNANDES, J. M.; MARTINS-DA-SILVA, R. C. V.; PEREZ, A. P. F.; MANSANO, V. F.; MIOTTO, S. T. S.; TOZZI, A. M. G. A.; MEIRELES, J. E.; LIMA, L. C. P. ; OLIVEIRA, M. L. A. A.; FLORES, A. S.; TORKE, B.M.; PINTO, R. B.; LEWIS, G. P.; BARROS, M.J. F.; SCHÜTZ, R.; PENNINGTON, T.; KLITGAARD, B. B.; RANDO, J. G.; SCALON, V. R.; CARDOSO, D. B. O. S.; COSTA, L. C. DA; SILVA, M. J. DA; MOURA, T. M.; BARROS, L. A. V. DE; SILVA, M. C.R. ; QUEIROZ, R. T.; SARTORI, A. L. B.; CAMARGO, R. A.; LIMA, I. B.; COSTA, J.; SOARES, M. V. B.; SNAK, C.; SÃO-MATEUS, W.; FALCÃO, M. J.; MARTINS, M. V.; REIS, I. P.; CORDULA, E. FABACEAE in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:

<<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB115>>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.

LIMA, A.L.A.; SAMPAIO, E.V.S.A.B.; CASTRO, C.C.; RODAL, M.J.N.; ANTONINO, A.C.D.; MELO, A.L. **Do the phenology and functional stem attributes of woody species allow for the identification of functional groups in the semiarid region of Brazil?** *Trees*. v. 26, p.1605-1616, 2012.

LIMA, A.L.A. & RODAL, M.J.N. **Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil.** *J Arid Environ*, v. 74, p. 1363–1373, 2010.

LIMA, J.R. de; RODRIGUES, W. Módulo 18. Campina Grande: UFCG/ABEAS, p. 55, 2005.

LLUSIA, J; ROAHTYN, S.; YAKIR, D.; ROTENBERG, E.; SECO, R; GUENTHER, A.; PENELAS, J. **Photosynthesis, stomatal conductance and terpene emission response to water availability in dry and mesic Mediterranean forests.** *Springer, Berlin*, v. 30, n. 3, p. 750-759, 2015.

LONG, S. P.; HUMPHRIES, S.; FALKOWSKI, P. G. **Photoinhibition of photosynthesis in nature.** *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, Palo Alto, v. 45, p. 633-662, 1994.

LORENZI, H.. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Instituto Plantarum, São Paulo, 2008

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas.** Instituto Plantarum: São Paulo. p.512, 2012.

LPWG. **Phylogeny and classification of the Leguminosae: A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny.** *Taxon*, v. 66, n. 1, p. 44-77, 2017

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades.** Printcolor Gráfica e Editora, 2ª edição, 413p, Fortaleza, 2012.

MARENCO, R. A.; VERA, A. S. A.; GOUVÊA P. R. S.; CAMARGO M. A. B.; OLIVEIRA M. F.; SANTOS, J. K. S. **Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas.** *Revista Ceres*, Viçosa, v. 61, n. 7, p. 786-789, 2014.

MENDES, B. V. **O Semi-árido Brasileiro.** In: 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Anais, São Paulo, v. 4. p 394-399, 1992.

MORO, M. F.; LUGHADHA, E. N.; ARAUJO, F. S.; MARTINS, F.R. **A phytogeographical metaanalysis of the semiarid Caatinga domain in Brazil.** *The Botanical Review*, v. 82, p. 91-148, 2016.

NETO, R. L. S. MAGALHÃES, F. Á. L.; TABOSA, F.R.S.; MORO, M.F.; COSTA e SILVA, M.B.; LOIOLA, M. I.B. **Flora do Ceará, Brasil: Capparaceae**. Rodriguésia. Rio de Janeiro, vol.65 n. 3, jul/Set. 2014

OLIVEIRA, R. F. **Caracterização florística e estrutural de um inselberg no município de Quixadá, CE**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

Perda da Cobertura Florestal - Caatinga – Mapas - Publicado: Segunda, 07 de Maio de 2018, 14h14. Disponível em: < <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/dados-complementares/262-perda-da-cobertura-florestal-caatinga-mapas>>. Acesso em: Janeiro de 2019.

PERÒN, M. V. **Listagem preliminar da flora fanerogâmica dos campos rupestres do Parque Estadual Itacolomi-Ouro Preto/Mariana-MG**. Revista Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.13-67, 1989.

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W.; DÖRRSTOCK, S. IEDINGER, N. **Vegetation of rock outcrops in Guinea: granite inselbergs, sandstone table mountains and ferricretes – remarks on species numbers and endemism**. Flora, p. 315-326, 1994.

POREMBSKI, S.; MARTINELLI, G.; OHLEMÜLLER, R.; BARTHLOTT, W. **Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rainforest. Diversity and Distributions**. p.107-119, 1998.

POREMBSKI, S. & BARTHLOTT, W. **Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of desiccation-tolerant vascular plants**. Plant Ecology, v. 15, p. 19 – 28, 2000.

PRADO, D. **As caatingas da América do Sul**. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, 2003. p. 3–73.

QUEIROZ, L.P. Leguminosas da Caatinga. Feira de Santana: Multimídia Indústria, Comércio e Editora Ltda, 2009. 443p

R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RODRIGUES, J. V. F. C. **Ecofisiologia de Espécies Arbóreas de Campina na Amazônia Central**. Manaus. 2013.105f. (Tese Doutorado) Programa de Pós-graduação em Ciências Tropicais. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

SAMPAIO, E.V.S.B.;GIULIETTI A. M.; VIRGINIO, J.; GAMARRA-ROJAS, C. F.L. (edits.). **Vegetação e Flora da Caatinga**. Recife:APNE/CNIP, p. 176, 2002.

SATÉLITE – PMDBBS. Disponível em: < https://siscom.ibama.gov.br/monitora_biomass/PMDBBS%20-%20CAATINGA.html> acesso em 20/11/2018.

SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; LEAL, B. G. **Evapotranspiração: Necessidade de água para as plantas cultivadas**. Brasília, ABEAS (Módulo 2), p. 173, 1996.

SEIXAS, G. B. **Determinação da transpiração em plantas de nim indiano (*azadirachta indica* a. Juss) utilizando métodos de estimativa de fluxo de seiva**. Mato Grosso. 2009.71f. (Dissertação Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental. Universidade Federal de Mato Grosso.

SILVA, J. M. C. da; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T. da; LINS, L. V. (Org.). **Diagnóstico da vegetação nativa do Bioma Caatinga. In: Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, p. 48-78, 2003

STREIT, N.M.; CANTERLE, L.P.; CANTO, M.W. do; HECKTHEUER, L.H.H. **As clorofilas**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGUER, E. **Fisiologia vegetal**. 6. (ed). Porto Alegre. 2016. 954.

TETENS, V. O. **Über einige meteorologische Begriffe**. Zeitschrift Geophysic, Wurzburg, v. 6, p. 297-309, 1930.

TOZZI, A.M.G.A. (coord.). **Papilionoideae** In: TOZZI, A.M.G.A., MELHEM, T.S., FORERO, E., FORTUNA-PEREZ, A.P., WANDERLEY, M.G.L., MARTINS, S.E., ROMANINI, R.P., PIRANI, J.R., FIUZA DE MELO, M.M.R., KIRIZAWA, M., YANO, O., CORDEIRO, I. (eds.) Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo, vol. 8, p. 167-397, 2016.

VELLOSO, A.L.; SAMPAIO, E.V.S.B. & PAREYN, F.G.C. (eds). **Ecorregiões: Propostas para o bioma Caatinga. Resultados do Seminário de Planejamento Ecorregional da Caatinga/Aldeia-PE. Associação Plantas do Nordeste**, Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, Recife. P.76, 2002.

VIOLLE, C.; NAVAS, M. L.; VILE, D.; KAZAKOU, E.; FORTUNEL, C.; HUMMEL, I.; GARNIER, E. **Let the concept of trait be functional**. Oikos, Copenhagen, v. 116, n. 5 p. 882-892, 2007.